

特開平10-262151

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月29日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 N 1/405

H 0 4 N 1/40

C

B 4 1 J 2/52

B 4 1 J 3/00

A

G 0 6 T 5/00

G 0 6 F 15/68

3 2 0 A

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平9-68047

(22) 出願日

平成 9 年(1997) 3 月19日

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

(72) 発明者 周 世幸

長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコ

ーエプソン株式会社内

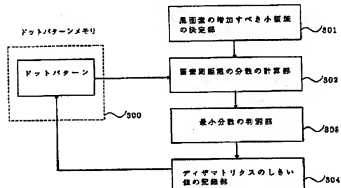
(74) 代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外 2 名)

(54) 【発明の名称】 グレースケール画像のハーフトニング方法、およびグレースケール画像のハーフトニング手段を有する装置

(57) 【要約】

【課題】 ランダム分散型の組織的ディザマトリクスを用いたグレースケール画像のハーフトニングにおいて、使用されるディザマトリクスを生成するためのより簡潔で、そして高画質が確保できるアルゴリズムを開発し、処理速度の向上、アルゴリズムの簡潔化及びハーフトーン画像の高画質の確保を図る。

【解決手段】 ドットパターンにおける画素間距離の分散を特徴量に用いてディザマトリクスを生成する。黒画素の増加すべき小領域の決定部301はドットパターンを複数個の小領域に分けてBayerマトリクスのしきい値で示される順番に従って黒画素の増加すべき小領域を決定する。画素間距離の分散の計算部302は決定された小領域内のすべての白画素にある距離の分散を重み係数を加えて計算する。最小分散の判別部303はこの小領域内に最も分散値が小さい位置を判別して、結果の記録部304はこの位置に対応するディザマトリクスのしきい値を記録する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】ディザマトリクスを用いたグレースケール画像のハーフトニング方法において、ドットパターンにおける画素間距離の分散を特徴量に用いて生成したディザマトリクスを使用することを特徴とするグレースケール画像のハーフトニング方法。

【請求項2】前記ディザマトリクスをカラー画像のハーフトニングを行う際に使用することを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項3】前記ディザマトリクスは、ドットパターンにおける白画素と黒画素との距離の分散に基づいてディザマトリクスの各位置のしきい値を決定することにより生成されることを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項4】前記画素間距離の分散は、白黒画素間の距離によった重み係数を加えて計算することを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項5】前記画素間距離の分散を、注目する白画素とそれを中心とした一定の形状とサイズの範囲内のすべての黒画素との間に計算することを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項6】前記画素間距離の分散を、漸化式により計算することを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項7】ディザマトリクスを用いたグレースケール画像のハーフトニング方法において、ドットパターンを複数個の小領域に分けて、一定の順番に従って黒画素の増加すべき小領域を決定し、決定された小領域内に1個の黒画素を増加させることにより生成されたディザマトリクスを用いることを特徴とするグレースケール画像のハーフトニング方法。

【請求項8】前記黒画素の増加すべき小領域の決定において、Bayerマトリクスのしきい値で示される順番にしたがって決定することを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項9】前記ディザマトリクスをカラー画像のハーフトニングを行うために使用することを特徴とする請求項7記載の方法。

【請求項10】ディザマトリクスを用いたグレースケール画像のハーフトニングを手段を有する装置であって、ドットパターンにおける画素間距離の分散を特徴量に用いて生成したディザマトリクスを使用することを特徴とするグレースケール画像のハーフトニング手段を有する装置。

【請求項11】前記ディザマトリクスをカラー画像のハーフトニングを行う際に使用することを特徴とする請求項10記載の装置。

【請求項12】前記ディザマトリクスは、ドットパターンにおける白画素と黒画素との距離の分散に基づいてディザマトリクスの各位置のしきい値を決定することにより生成されることを特徴とする請求項10記載の装置。

【請求項13】前記画素間距離の分散は、白黒画素間の

距離によった重み係数を加えて計算することを特徴とする請求項10記載の装置。

【請求項14】前記画素間距離の分散を、注目する白画素とそれを中心とした一定の形状とサイズの範囲内のすべての黒画素との間に計算することを特徴とする請求項10記載の装置。

【請求項15】前記画素間距離の分散を、漸化式により計算することを特徴とする請求項10記載の装置。

【請求項16】ディザマトリクスを用いたグレースケール画像のハーフトニング手段を有する装置において、ドットパターンを複数個の小領域に分けて、一定の順番に従って黒画素の増加すべき小領域を決定し、決定された小領域内に1個の黒画素を増加させることにより生成されたディザマトリクスを用いることを特徴とするグレースケール画像のハーフトニング手段を有する装置。

【請求項17】前記委黒画素の増加すべき小領域の決定において、Bayerマトリクスのしきい値で示される順番にしたがって決定することを特徴とする請求項16記載の装置。

【請求項18】前記ディザマトリクスをカラー画像のハーフトニングを行うために使用することを特徴とする請求項16記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、インクジェットプリンタなどの記録装置やディスプレイなどの表示装置に用いられるデジタル画像のハーフトニングにかかわり、特にグレースケール画像のハーフトニングにおいて、より速い処理速度で好適なハーフトーン画像を得るために用いられるハーフトニング方法とそれを有する装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】インクジェットプリンタやワイヤドットプリンタのような多くのプリンタ装置はオンデマンド型の画像出力装置である。画像を出力するにあたって、プリンタ装置が2値の入力画像データにより駆動されて、出力媒体（例えばインクなど）を紙面に吐出するかどうかをコントロールすることにより画像の出力を実現する。これらのプリンタ装置を駆動するために、出力画像に対応する2値の駆動信号が必要である。

【0003】これに対して、銀塩写真の技術に基づいて生成されるモノクロ画像及びカラー画像は連続階調を持っている。また、デジタルカメラやスキャナーのような画像入力機器においては、取り込んだ画像はデジタル形式に変換され、その1画素が8ビット又はそれ以上のビット数で表現される。これは連続階調を持つデジタル画像（Quantized Continuous image）である。この連続階調を持つデジタル画像をCRTなどの画像表示装置上に表示することで連続階調を持つ画像が再現できる。この連続階調を持つデジタル画像の出力を行うに

あたって、銀塩写真を出力材料に使用する場合、連続階調を持つ画像を得ることができる。このようなプリンタ装置を用いれば、ディジタル画像において最も高い画質が実現できる。しかしながら、こういうプリンタ装置はまだ相当に高価なものであり、その使用範囲が制限されている。

【0004】オンデマンド型のプリンタ装置を用いてディジタル画像の出力を行う際には、多値画像データ（1画像に8ビット又はそれ以上のビット数を有する画像データ）から二値画像データ（1画像に1ビットを有する画像データ）に変換する、いわゆるハーフトニングの必要がある。しかしながら、簡単に多値画像データを二値画像データに変換すると、画像の階調特性が潰されて、画像が持つ情報量の多くを失ってしまう。画像の階調をなるべく潰さないように多値画像データを二値画像データにうまく変換することが非常に重要となる。

【0005】この多値画像データを二値画像データに変換するアルゴリズムには、多くの手法が提案されている。その中で、比較的高いハーフトーン画像の画質を得ることができる方法の一つは、誤差拡散法である。誤差拡散法は、多値画像データから二値画像データに変換する際に生じた誤差（すなわち、多値画像データと二値画像データの差）を隣接する複数の画素へ重み係数を加えて「拡散」するのである。この操作によって、多値のオリジナル画像と二値化されたハーフトーン画像の間に生じた誤差を平均的に最小にすることができ、優れた画質を持つハーフトーン画像が生成される。しかしながら、誤差拡散法には、誤差を拡散するために、乗算を含むいくつかの計算をする必要がある。これは高速処理や大容量の画像処理が必要となる場合には、大きな欠点となる。さらに、誤差拡散法により生成されるハーフトーン画像には、独特の縞模様があり、良い画質を得るために、多くの改良が試行されている。

【0006】それに対して、計算量を減らし、高速的に多値の画像データを二値の画像データに変換する方法もいくつか存在する。その中で、最も多く用いられるのはディザ法（Dither method）と濃度パターン法（Dot Pattern Method）である。濃度パターン法は入力の連続階調画像の1画像をハーフトーン画像の複数の画像に対応させ、複数の二値の画像を用いて連続階調画像の1画像を表現しようとするものである。この方法は、テレビ画像のような比較的画像の容量が少ない画像の出力に多く用いられる。一方、高解像度プリンタのような高解像度の画像を扱う場合には、ディザ法が多く用いられる。ディザ法では、図7に示されるように、一つのディザマトリクス701を用いて、入力の連続階調画像データ $f(x,y)$ 700とディザマトリクスのしきい値 $t(x,y)$ とを1画像対1画像で比較して、例えば、 $f(x,y) \geq t(x,y)$ の場合二値の画像データは1、 $f(x,y) < t(x,y)$ の場合二値の画像データは0になるように、多値の画像データを二値の画像

データに変換し、ハーフトーン画像702を得る。ここで、入力連続階調画像の1画像がハーフトーン画像の1画像に対応する。

【0007】ディザ法は、用いられるディザマトリクスによって、ランダムディザ法（Random Dither method）と組織的ディザ法（Ordered Dither method）に分けられる。ランダムディザ法では、用いられるディザマトリクスがしきい値が一様分布する乱数を用いて構成され、これにより、画像全体に粒状性ノイズが乗り、よい画質を得ることが困難であることからあまり用いられていない。

【0008】組織的ディザ法では、用いられるディザマトリクスはしきい値が規則的に配置される。組織的ディザマトリクスは、数多くのタイプがあるが、ドット集中型とドット分散型の2種類に大別される。ドット集中型は、階調を表現するために、ディザマトリクスの中心を核として、順次太っていくものである。分散型は、ドットの空間周波数があるべく高周波数になるようにドットを配置する。Bayerディザマトリクスがその代表的である。ドット分散型は、ドットの空間周波数が高いので、ハーフトーン画像がきめ細かく見える。しかしながら、組織的ディザ法により生成されるハーフトーン画像には、規則的な縞模様が生じられ、特に、入力連続階調画像の中に規則的なパターンを含む場合、その縞模様が強く生じる。また、プリンタ装置で出力したこれらのハーフトーン画像を再び入力機器（デジタルカメラやスキャナなど）を用いて入力する場合に、得られたディジタル画像の中には、縞模様がよく現れる。これは、ハーフトーン画像の画質に大きな影響を与えている。

【0009】組織的ディザ法のこれらの欠点を改善し、そしてノイズ性が少ないより好ましいハーフトーン画像の画質を得るために、ランダム分散型の組織的ディザ法が提案されている。このランダム分散型の組織的ディザ法には、縞模様を抑えるためにドットをランダム的に配置する一方、粒状性ノイズを減少するために、ドットパターンをなるべく均質にする。この方法についていくつかの先行技術が開発されている。

【0010】これらの先行技術の一つが「ブルーノイズマスク」と呼ばれるものである。ホフマンノイズと比べて、ブルーノイズは、低周波数成分を持たず、高周波数成分からなるノイズである。ブルーノイズマスクで生成されるドットパターンは、非周期的で放射状に对称性のものであり、周波数特性においては、低周波数パワースペクトルが少なく、画像のパワースペクトルが高周波数領域に集中している。これは、前述の誤差拡散法により生成されるドットパターンの周波数空間についての分析によりもたらしたものである。図8にブルーノイズマスクを生成するアプローチを簡単に示す。ステップ800に初期ドットパターンに任意の位置に k 個（例えば、 $k=1$ ）の黒画素を増加する。

【0011】ここで、黒画素は出力のハーフトーン画像、又はドットパターンにおけるドットに対応し、黒画素以外の画素を白画素という。

【0012】続いてステップ801に、このドットパターン $p(x,y)$ のフーリエ変換を行い、ドットパターンのフーリエスペクトル $P(u,v)$ を得る。ステップ802に、ブルーノイズフィルタを $P(u,v)$ に適用し、 $P'(u,v)$ を得る。次に、ステップ803に $P'(u,v)$ の逆フーリエ変換を行い、連続階調を持つ画像 $p'(x,y)$ を得る。ステップ804に、この連続階調を持つ画像 $p'(x,y)$ とドットパターン $p(x,y)$ との誤差を計算して、ステップ805に誤差アレイとドットパターンに基づいて一定の規則にしたがって白画素と黒画素を転換する。このような操作によって個の黒画素を増加させ、それに対応するディザマトリクスのしきい値をも決定する。ブルーノイズマスクについては、米国特許第5,543,941号明細書に詳述されている。

【0013】ランダム分散型の組織的ディザマトリクスを生成する別の先行技術として、「空白と密集の方法」と呼ばれるものがある。この技術においては、初期パターンから出発して最大の「密集」から画素を取り出して、それらを最大の「空白」に挿入することによって、ドットパターンを均質化にし、このドットパターンからディザマトリクスのしきい値を割り当てる。ここで、空白及び密集は、処理されている各画素に関する隣接の画素を調べるフィルタにより位置検出される。フィルタは2次元のガウスフィルタなどが用いられる。この空白と密集の方法については、「The Void-and-Cluster Method for Dither Array Generation», Robert Ulichney, IS & T/SPIE Symposium on Electronic Imaging Science and Technology, San Jose, California, (February 3, 1993)などの参考文献に詳しく述べている。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】前述のブルーノイズマスクを用いて生成されるハーフトーン画像は誤差拡散法に近い優れた画質を得ることができる一方、ブルーノイズマスクを生成するためのアルゴリズムが複雑であり、生成時間が比較的に長くなる。周波数空間と画像空間との間の変換（フーリエ変換、逆フーリエ変換）やフィルタ処理、誤差の判断などの複雑な処理によりドットパターンを均質化にし、これらのドットパターンからディザマトリクス（ブルーノイズマスク）を生成するからである。

【0015】また、空白と密集の方法により生成されるディザマトリクスを用いることにより、一般的にノイズ性が高い高画質なハーフトーン画像が生成されるが、その階調にはまだ多少のひずみがあり、さらに改良の余地がある。また、空白及び密集を発見するために、2次元のガウスフィルタを使用して処理を行うなど、比較的複雑なアルゴリズムになってしまう、ディザマトリクスの生成時間も長くなる。

【0016】この発明の目的はランダム分散型組織的ディザマトリクスを用いたグレースケール画像のハーフトーン化を行うにあたって、使用されるディザマトリクスを生成するためのより簡潔で、そしてハーフトーン画像の高画質を確保できるアルゴリズムを開発し、処理速度の向上、アルゴリズムの簡潔化及びハーフトーン画像の高画質の確保を図ることにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】この発明の例示的な実施例において、前記された問題は解決され、また、前記された目的は達成されるが、ここで、従来技術と異なった簡潔で、そして有効な技術を使用した。すなわち、ドットパターンにおける画素間距離の分散を特徴量に用いてディザマトリクスを生成することである。より詳細に言えば、ドットパターンを複数の小領域に分けて、Bayesマトリクスのしきい値で示される順番にしたがって黒画素の増加すべき小領域を決定し、決定された小領域内に、白画素と周りの黒画素との距離の分散を特徴量にした重み係数を加えて計算し、最も分散が小さい白画素位置を次の黒画素が増加すべき位置と決定する。これにより、ドットパターンにおけるドットの均質を最大限に確保し、連続増加した複数個の黒画素をなるべく互いに大きな間隔で配置することができる。

【0018】また、大幅にディザマトリクスの生成時間を減少するために、前回の計算結果を保存して、次の計算に用いるように漸化式を使用して分散が計算できる。

【0019】

【発明の他の態様】本発明の他の態様としては、かかるグレースケール画像のハーフトーン化方法をコンピュータ上で実現するために必要なプログラムをコンピュータにより読み取り可能に記録した記録媒体の態様がある。こうした記録媒体としては、フレキシブルディスク、CD-ROM、光磁気ディスク等が考えられる。これらの記録媒体はコンピュータ上の読み取り装置に装着され、電氣的、磁氣的あるいは光学的な手段等によってコンピュータ上のメモリにロードされるか、あるいは直接媒体上のプログラムを実行することによって、コンピュータ上で上述したハーフトーン化の機能を実現する。

【0020】また、コンピュータ上にロードされ、上記ハーフトーン化の機能を実現するプログラムを通信回線を介して供給する供給装置としての構成でもよい。プログラムはすべてがコンピュータのメモリ、外部記憶手段等にロードされてもよいが、一部のみをロードして、通信回線上の供給装置から他のプログラムを呼び出しつつ実行する形態でもよい。コンピュータと供給装置（サーバ）との機能の負荷分散は実現する機能により最適化すればよい。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面に基
づいて説明する。図1は画面間距離の分散を用いてドット
パターン均質を保つことを示す。ここで、ディザマ
トリクスのサイズ(ドットパターンのサイズと同じ)は
256×256とする。簡単のために、初期ドットパターンに
位置(40,40)、(214,40)、(40,214)、(214,214)にあるa、
b、c、d 4個の黒画素がすでに存在し、これらの位置に対
応するディザマトリクスのしきい値が別々に1,2,3,4と
する。最も均質なドットパターンを得るために、初期ド
ットパターンに5番目の黒画素を増加する位置は(127,1
27)の白画素eのところにあるはずである(これに対応し
て、Bayerマトリクスの位置(127,127)にあるしきい値が
5になる)。ここで、白画素eはa、b、c、d 4個の黒画素と
の距離が等しく、距離の分散が0であることから、周りの
複数の黒画素との距離の分散が最も小さい白画素の
位置は次の黒画素が増加すべき位置であることがわか
る。この性質を利用して、ランダム分散型組織的ディザ
マトリクスを生成することができる。

【0022】図2は本発明の一実施例にかかわるコンピ
ュータのハードウェアの環境を示すものである。これは
代表的なコンピュータシステムの構成例である。コンピ
ュータ200は中央ユニット(CPU)201によって制御され、
ほかの多くのユニットはいずれもシステムバス207を介
して接続されている。例えば、情報を一時的に保存す
るためのランダムアクセスメモリ(RAM)202、コンピ
ュータの基本情報を保存するリードアクセスメモリ(ROM)203、
ディスクユニット210、表示装置208、プリンタ装置20
9、キーボード211などをシステムバスに接続する。

【0023】本実施例において、ディザマトリクスの生
成が図2に示されたコンピュータシステム上でなされ
る。なお、生成されたディザマトリクスをこのシステム
に応用してグレースケール画像のハーフトニングを行
い、得られたハーフトーン画像を表示装置に表示す
たり、プリンタ装置を用いてハーフトーン画像を出力す
る。

【0024】ランダム分散型組織的ディザマトリクスを
生成するにあたって、図3に示す装置が用いられる。こ
の装置は、ドットパターンを保存するメモリ300、画面
間距離の分散の計算部302、最小分散の判別部303、黒画
素の位置の記録部304、及びディザマトリクスを生成す
るディザマトリクス生成部305からなる。

【0029】で計算する。白画素p(x0,y0)501とそれを
中心としたある範囲R0(503)内に存在するすべての黒
画素p(xi,yi)との距離の分散σ(x0,y0)を

$$\sigma(x_0, y_0) = \sum_{(xi, yi) \in R} (d_i - \text{average})^2 \quad (2)$$

【0031】で計算する。以下、説明上の便利のため
に、σ(x0,y0)を白画素p(x0,y0)にある距離の分散とい
うことにする。ここで、averageは白画素p(x0,y0)501
と範囲R0(503)内に存在するすべての黒画素との距離

素の増加位置とそれに対応するディザマトリクスのしき
い値の記録部304及びBayerマトリクスを用いた黒画素の
増加すべき小領域の決定部301からなる。

【0025】ここで、Bayerマトリクスを用いた黒画素
の増加すべき小領域の決定部301を設けるのは、前述の
ように連続増加した複数の黒画素をなるべく大きな間隔
で配置し、ドットパターンの均質を最大限にするため
である。ここで、ドットパターンを複数の小領域に分け
て、Bayerマトリクスのしきい値で示される順番にした
がって黒画素が増加すべき小領域を決定し、決定された
小領域内に1個の黒画素を増加させる。本実施例におい
て、ドットパターンを4×4個の小領域に分けて、4×4の
Bayerマトリクスのしきい値で示される順番を用いて黒
画素の増加すべき小領域の順序を決定する。図4はこの
小領域の分け方を示すものである。図中の数字が黒画素
の増加すべき小領域を示す。例えば、k番目の黒画素が
iで示した小領域内401に増加とすれば、k+1番目の黒画
素が1で示した小領域内402に増加する。これに対応し
て、ディザマトリクスのこれらの位置にあるしきい値がkとk
+1である。この順番にしたがって繰り返して黒画素を増
加していく。このように、連続増加した16個の黒画素は
平均的に最も大きい間隔で配置する。

【0026】このように、Bayerマトリクスのしきい値
で示される順番によって黒画素の増加すべき小領域を決
定し、決定された小領域内に1個の黒画素を増加するた
めに、画面間距離の分散の計算部302、この小領域内に
最も分散が小さい白画素位置を判断する判断部303、黒
画素の増加位置とこの位置に対応するディザマトリクス
のしきい値を記録するための記録部304を用いて行われ
る。1個の黒画素が増加したドットパターンをまた初期
ドットパターンとして次の黒画素の増加位置を決定する
ために使用する。

【0027】本実施例において、画面間距離の分散を計
算するには、以下に述べられる手法を用いて行う。図5
の中に、ドットパターン500の中のある白画素p(x0,y0)
四501とその周りにある黒画素p(xi,yi)502との距離diを

【0028】

【数1】

【0030】

【数2】

の平均値である。範囲R0(503)のサイズと形状が変化
できる。範囲R0(503)はドットパターンの範囲を超え
た場合、ドットパターン500の周りに8個の同じドットパ
ターンが連続的につながっていることと想定して計算を

行う。例えば、ドットパターン500のサイズは256×256、範囲R0(503)のサイズは201×201、白画素p(x0,y0)501の位置は(10,10)とする。この場合、範囲R0(503)の半分以上がドットパターン500の外部にある。ドットパターン500の縁部分のドットの均質を保つために、ドットパターン500外部にある範囲R0(503)の部分を検討する必要がある。実際の計算には、この部分に対応するドットパターンの画素を使って計算を行う。

$$\sigma(x0,y0) = \sum_{(x1,y1) \in R} (di - average)^2 / di \quad (3)$$

【0034】また、黒画素が増加した後、ドットパターン全体にわたって白画素にある距離の分散をあらためて計算する必要がある。これは、膨大な計算量になる。そこで、本実施例では、以下に述べられる漸化式の使用を含むアプローチに基づいてディザマトリクスを生成する。

【0035】図6はディザマトリクスを生成するためのフローチャート図である。まず、ステップ601において16個黒画素を有するほぼ均質な初期ドットパターンを生成し、これらの位置に対応するディザマトリクスしきい値を決定する。本実施例では、この初期ドットパターンの生成を手作業で行う。

【0036】次に、ステップ602にすべての白画素にある距離の分散を式3を用いてあらかじめ計算し、メモリに保存する。ステップ604に、Bayerマトリクスのしきい値で示される順番にしたがって黒画素が増加すべき小領域を決定する。ステップ605に、決定された小領域内に距離の分散値が一番小さい白画素を判断する(ここで、図5の中のp(xm,ym)504を距離の分散が一番小さい白画素とする)。ステップ606に位置(xm,ym)に対応するディザマトリクスのしきい値を記録して、白画素p(xm,ym)504を黒画素に転換する。このような操作によ

$$\begin{aligned} \sigma_{n+1} = & \{ n \times \sigma_n - 2 \times (n \times d_{n+1} - dsum) / (n+1) \\ & + idsum \times (2 \times dsum + d_{n+1} + dsum / n) \times (d_{n+1} - dsum / n) / (n+1)^2 \\ & + [d_{n+1} - (dsum + d_{n+1}) / (n+1)]^2 / d_{n+1} \} / (n+1) \end{aligned}$$

(4)

【0040】ここで、σnは白画素p(x0,y0)501を中心とした範囲R0(503)内にn個の黒画素が存在するときの白画素p(x0,y0)501にある距離の分散値、σn+1は白画素p(xm,ym)が黒画素に転換したため範囲R0(503)内に黒画素の数がn+1になるときの白画素p(x0,y0)501にある距離の分散値、dsumは範囲R0503内にn個の黒画素が存在するときの白画素p(x0,y0)501とそのn個の黒画素との距離の総和、idsumは白画素p(x0,y0)501とそのn個の黒画素との距離の逆数の総和、dn+1は白画素p(x0,y0)501と画素p(xm,ym)504との距離である。このσn、dsum、idsumはすでにメモリに保存しているから、σn+1を計算する

【0032】黒画素を増加する際に、局所的なドットの均質を図る必要がある。白画素p(x0,y0)501に近いほど、黒画素の影響が大きくなるため、本実施例では、白黒画素間の距離の逆数に比例する重み係数を加えた式3を用いて分散を計算する。

【0033】

【数3】

てドットパターンの中に1個の黒画素が増加する。

【0037】1個の黒画素が増加した後、ステップ608には、ドットパターンの中に、白画素が存在するかどうかを調べる。もし白画素が存在すれば、ステップ603に戻って引き続き次の黒画素の増加すべき位置を決めている。ステップ603に戻る前に、1個の黒画素が増加することによってドットパターンの中にすべての白画素にある距離の分散に影響を与えることから、次の黒画素の増加すべき位置を正確に決めるために、ステップ607にこれらの分散をあらためて計算する必要がある。本実施例では、計算量の減少のため、その影響がp(xm,ym)を中心としたサイズが201×201の範囲Rm505内に限定され、範囲Rm505内の白画素にある距離の分散をあらためて計算する。

【0038】範囲Rm505内の白画素にある距離の分散の計算において、漸化式を用いて行う。これは、計算量を大幅に削減するために必要がある。ここで、図5の中に白画素p(x0,y0)501にある距離の分散の計算を例とする。漸化式を式4に示す。

【0039】

【数4】

ために、まずdn+1を計算して、次に式(4)を用いて行う。これは少ない計算量で済む。

【0041】ドットパターンの中に、白画素が存在しないまで続けてステップ603からステップ608までの処理を行い、ディザマトリクスのすべての位置にもしきい値を割り当てた後一つのディザマトリクスが生成される。

【0042】このように、画素間距離の分散という明確な概念に基づきランダム分散型の組織的ディザマトリクスを生成する簡潔なアルゴリズムができて、そして、ドットパターンにおけるドットの均質を良く保ち、ハーフトーン画像の高画質の確保と処理速度の向上ができる。

【0043】

【発明の効果】本発明によれば、ディザマトリクスを用いたグレースケール画像及びカラー画像のハーフトニングにおいて、ドットパターンにおけるドットの均質を最大限に確保し、ハーフトーン画像の高画質が得られる同時に、より簡潔な手法と短時間でハーフトニングを行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明においてディザマトリクス作成の一実施例を示す説明図である。

【図2】本発明の一実施例に用いられる代表的なコンピュータシステムのハードウェア構成図である。

【図3】本発明の一実施例に用いられるディザマトリクスの生成装置を示す構成図である。

【図4】本発明においてディザマトリクス作成の一実施例を示す説明図である。

【図5】本発明において距離の分散の計算方法を示す図である。

【図6】本発明においてディザマトリクス作成のフロー

チャートである。

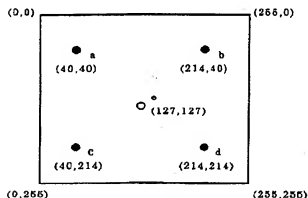
【図7】従来のディザ法によるグレースケール画像のハーフトニングを示す図である。

【図8】従来のブルーノイズマスクを生成するための簡単なアプローチ図である。

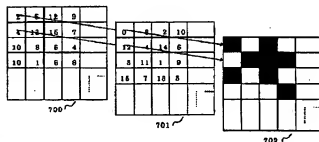
【符号の説明】

- 200. コンピュータ
- 201. CPU
- 202. RAM
- 203. ROM
- 208. 表示装置
- 209. プリンタ
- 210. ディスク装置
- 211. キーボード
- 300. メモリ
- 301. 黒画素の増加すべき小領域の決定部
- 302. 画素間距離の分散の計算部
- 303. 最小分散の判別部
- 304. ディザマトリクスのしきい値の記録部

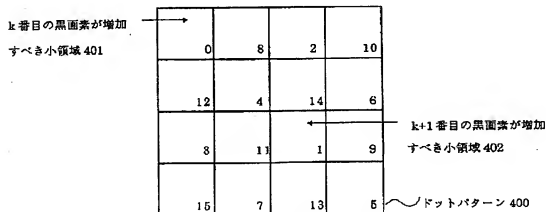
【図1】



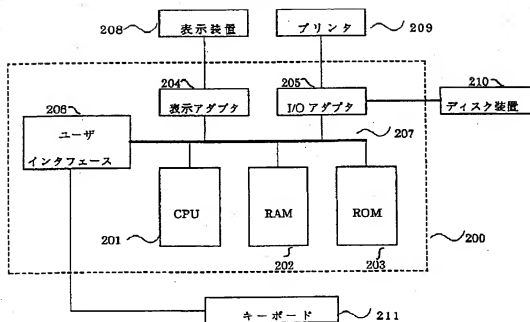
【図7】



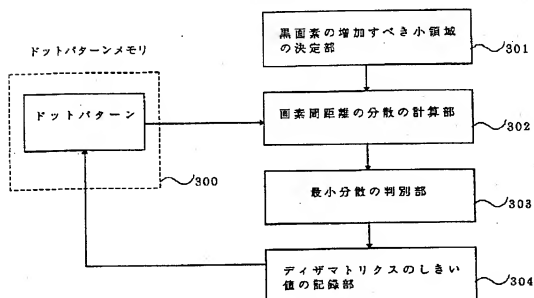
【図4】



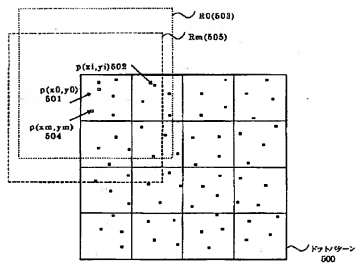
【図2】



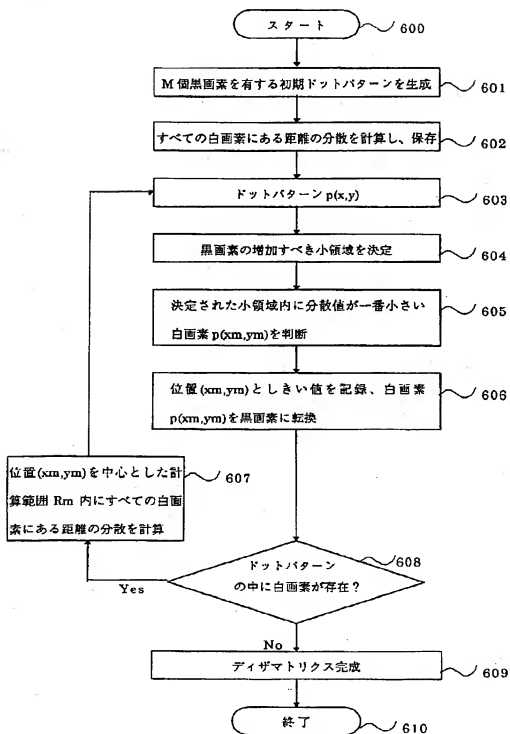
【図3】



【図5】



【図6】



【図8】

